

富水砂卵石地层地下工程防水施工技术研究

黄永清

新疆三联工程建设有限责任公司 新疆 克拉玛依 834000

【摘要】：富水砂卵石地层地下工程防水施工面临较大挑战，因其水流渗透性强和地层不稳定。本文分析了该地层的特点，提出了防水施工的技术难题，重点探讨了适用于富水砂卵石地层的防水技术方案。研究表明，选用高渗透性防水材料并结合科学的施工工艺，能够有效解决水流渗透问题，确保地下工程的长期稳定性。本文还分析了防水施工中的质量控制措施，并提出了优化防水技术的可行方案，以期类似地下工程提供技术参考和实践依据。

【关键词】：富水砂卵石地层；地下工程；防水施工；技术研究；防水效果

DOI:10.12417/2705-0998.25.23.096

引言

富水砂卵石地层因其特殊的水文地质条件，一直以来是地下工程施工中的难点之一。该地层水流渗透性较强，施工过程中若防水措施不当，极易导致工程水害，影响工程的质量与使用寿命。传统的防水施工技术往往无法适应此类复杂环境，针对富水砂卵石地层的防水技术研究具有重要意义。如何在施工过程中合理应用防水措施，确保工程的长期稳定，成为业内广泛关注的问题。本文通过我公司施工的新疆昆仑国际大厦建设项目富水砂卵石地层为研究基础，将深入探讨富水砂卵石地层的防水施工技术，分析当前技术的优缺点，并提出改进方案，以期对相关领域提供实践依据与技术支持。

新疆昆仑国际大厦建设项目位于乌鲁木齐市沙依巴克区，友好北路以东，新医路以南，毗邻地铁1号线八楼站C入口。建筑面积56555.08m²，地下2层，地上26层，建筑高度111.8m，基础为筏板基础，主体为核心筒+框架结构，场地内主要地层为由冲积、洪积形成的第四系全新统—晚更新统松散堆积层及下伏的侏罗系（J）的泥岩、砂岩构成，地下水分为松散层孔隙潜水和基岩裂隙潜水，松散层孔隙潜水，水位位于基岩层面上，随基岩面起伏而变化；基岩裂隙潜水主要赋存于下伏侏罗系砂岩及泥岩的风化层中，由于地层岩性、风化程度、裂隙发育程度等因素差异较大，使基岩裂隙水表现出强烈的不均匀性和各项异性，也就是富水砂卵石地层。

1 富水砂卵石地层的地质特性与防水需求分析

富水砂卵石地层是指由砂粒与卵石交替组成的地质结构，这种地层通常伴随着较强的水流渗透性与不稳定性，给地下工程的防水施工带来极大挑战。由于该地层的颗粒结构疏松且水流活跃，水分容易通过孔隙渗透到地下空间，形成较大的水压，特别是在降水或地下水位波动的情况下，地下结构易受到侵蚀或渗漏的影响。富水砂卵石地层通常具有较高的含水量，因此水源压力成为防水设计的重要考虑因素。水流在地下深处的渗透速度和强度会随环境因素的变化而波动，施工时水流动的精准控制成为防水效果的关键。

防水需求分析中，水流的渗透性和地层的稳定性决定了防水措施的复杂性。富水砂卵石地层常常表现为非均质性结构，砂粒与卵石的交替分布导致水流路径难以预测，这使得防水措施必须根据实际情况做出灵活调整。在进行地下工程施工时，防水层的设计必须考虑到这些地质特性，以保证防水效果的持久性和稳定性^[1]。特别是当地下水位变化较大时，传统的防水材料和施工方法可能难以应对。防水施工技术的选择和实施必须根据这些地质特征进行优化，以确保在长期的水压力作用下，防水层能够有效地防止渗水。

富水砂卵石地层常常伴随有较强的水化作用，这一现象可能导致防水材料在施工后出现结构性退化，因此，选择适合的防水材料显得尤为重要。材料的渗透阻隔性、耐久性和持久性是影响防水效果的关键因素。施工过程中，防水层的连接部位、施工工艺和密封处理等细节问题都可能成为渗水的潜在隐患。富水砂卵石地层对地下工程的防水设计提出了更高要求，必须从地质特性入手，结合现代防水技术进行合理设计和施工，以应对其特殊的水文地质环境。

2 地下工程防水技术的挑战与技术难题

地下工程的防水施工面临诸多挑战，尤其是在复杂的地质条件下，防水技术的应用与执行常常遭遇严峻考验。富水砂卵石地层的特殊性决定了防水技术在这一类地下工程中的应用将更为复杂。地层中的砂卵石结构具有较高的透水性，水流容易沿不规则的孔隙渗透，这使得传统的防水材料和防水技术难以满足长时间的稳定性要求。在这样的环境下，防水施工的挑战主要集中在如何确保防水层在动态水压和复杂水文条件下的持久性与可靠性。

防水材料的选择成为关键难题。富水砂卵石地层中水分渗透能力较强，常规防水材料如聚氨酯涂料或合成高分子膜等，虽然能够提供一定的防水效果，但在长期水流冲刷和高水压作用下容易出现渗透、破损或老化现象。材料的耐久性不足可能导致防水层的失效，从而影响整个地下结构的安全性。施工过程中对防水层的连续性和密封性的要求也非常高，防水层的接

缝、接头等部位往往是最容易渗水的地方。这一问题在富水砂卵石地层中表现尤为突出，因为水流通过这些接缝处极易找到渗透通道。

防水施工技术的另一个难题是防水层与地层之间的相容性。在富水砂卵石地层中，地层的水位变化以及土壤的膨胀收缩性可能导致地下结构的微小位移，这将对已施工的防水层造成应力作用，从而影响其防水效果^[2]。为了应对这一问题，防水层必须具备足够的柔韧性和适应性，能够随地层变化而调整。施工过程中的环境条件、温湿度变化也可能影响防水层的固化过程和附着力，因此，施工时必须精确控制施工环境。

在地下工程防水技术中，水流与水压的动态变化也是一个亟待解决的问题。在富水砂卵石地层中，水压的不稳定性会直接影响防水层的稳定性，尤其是在极端天气或地下水位大幅波动的情况下，防水系统需要具备较强的应变能力。防水技术如何有效应对水压波动，避免防水层受到过大压力导致的破损，是当前技术研究中的一个重要方向。

3 适用于富水砂卵石地层的防水施工方案

在富水砂卵石地层中进行地下工程的防水施工时，选择适合的施工方案至关重要。此类地层通常具有较高的渗透性和不均匀的结构，给防水工作带来了不少挑战。防水施工方案必须根据地质条件、地下水位变化、工程要求等因素进行综合设计，以确保防水效果的长期稳定。防水方案需要考虑防水层的材料选择。针对富水砂卵石地层的高渗透性，常规的防水材料如普通聚氨酯、橡胶防水层等可能不足以应对强水压和持续的水流渗透。在此环境下，选择具有良好抗渗性、抗水压性和耐久性的材料至关重要。聚氨酯防水涂料、SBS 改性沥青防水卷材及自粘型高分子防水卷材等，这些材料因其优良的抗渗性能和较强的附着力，成为较为适宜的选择。为了增强防水层的柔韧性和适应性，应用一些具有弹性的复合型防水材料，有助于应对地层的微小位移和变化，减少防水层开裂的风险。

防水层的施工工艺需要严格控制。为了确保防水效果，防水层的施工必须做到无缝连接，避免接缝处出现渗水现象^[3]。施工前应彻底清理基面，去除所有杂质和浮土，确保防水材料能够牢固附着在基面上。在施工过程中，施工人员必须严格按照规定的厚度、施工温度和湿度要求进行操作，以确保防水层的均匀性和完整性。特别是在防水层的接头部位，采用高质量的粘接材料进行严密密封，避免因接缝松动而造成渗漏。

在防水施工方案中，另一个重要环节是防水层的保护措施。富水砂卵石地层的施工过程中，由于水压和水流的作用，防水层容易受到损伤。采取有效的保护措施至关重要。可以在防水层上铺设保护层，减少外界压力对防水层的直接作用。合理的排水系统设计也是防水施工方案的重要组成部分。通过合理设置排水管道、导水层等设施，能够有效地引导水流，减轻

地下水对防水层的冲击，降低水压对结构的压力。考虑到富水砂卵石地层的特殊水文地质条件，施工方案中必须对施工后的长期稳定性进行评估。防水层的耐久性评估需要结合地下水位波动和地层沉降等因素进行动态分析。采用长期监测手段对防水效果进行跟踪检查，确保防水系统在整个使用周期内能够持续发挥作用。同时，对防水系统进行定期检查和维修，也能确保地下结构在未来长期使用中不受水害影响。

4 防水施工技术的实施与质量控制

防水施工技术的实施与质量控制在富水砂卵石地层的地下工程中具有至关重要的作用。由于该地层的特殊水文地质条件，施工过程中必须严格把控每一个环节，以确保防水效果的长期稳定和可靠性。实施过程中，任何细小的疏漏都可能导致水分渗透，进而引发工程质量问题，甚至危及结构安全。施工质量控制不仅仅是针对防水材料的应用，还涵盖了防水层的施工工艺、施工环境、后期监测等多个方面。在防水施工的具体实施中，首先需要精准掌握施工时间和环境条件。由于富水砂卵石地层中水流渗透性强，施工过程中必须避免高湿度或降水天气对防水层的影响。防水材料的固化和附着力受环境温湿度的影响较大，过高或过低的环境温度都可能导致防水材料的性能下降。施工过程中应当严格控制施工现场的湿度、温度等环境因素，确保防水材料在最佳条件下固化。

对防水施工过程中的工艺控制也需要特别关注。防水层的施工应确保连续性和均匀性，特别是在处理防水层接缝和转角部位时，必须采用精确的施工技术，避免出现接缝不密封或防水层厚度不均的情况^[4]。这些部位往往是防水系统的薄弱环节，容易成为渗漏的隐患。对接缝部位，采用专门的密封胶和加固材料进行处理，以提高其抗渗性和密封性。防水层的涂刷应均匀平整，避免出现空鼓、起皮等质量问题，确保防水层完整无缺。施工人员的操作规范也是质量控制的关键。防水施工过程需要高技能的施工团队，熟悉各种防水材料的特性和施工技巧，能够及时发现施工中的潜在问题并加以解决。施工人员必须经过专业培训，并且在施工过程中不断进行技术交流和问题反馈。合理的分工与配合也是保证施工质量的重要因素。

防水施工完成后，质量控制工作并没有结束。对防水系统进行严格的检测和验证，是确保其效果的关键一环。采用渗水检测仪器对施工后的防水层进行全面检测，检查是否存在渗水现象，并对薄弱环节进行修补。地下工程的长期防水效果还需要定期的巡检和维护，特别是在富水砂卵石地层中，水位变化频繁，防水层可能会受到水压波动的影响。建立起完善的监控机制，定期对防水系统进行检查和修复，确保防水层在整个使用周期内都能发挥应有的作用，防止出现新的渗漏问题。防水施工技术的实施与质量控制不仅仅依赖于防水材料的选用，更需要精细的施工管理和持续的质量监控。从施工过程的每一个细节到后期的监测维护，只有严格执行质量控制措施，才能确

保防水系统在富水砂卵石地层中发挥其最大效能,保证地下工程的长期安全。

5 防水技术在富水砂卵石地层地下工程中的应用效果与优化措施

防水技术在富水砂卵石地层地下工程中的应用效果直接关系到工程的使用寿命和安全性。由于富水砂卵石地层的渗透性强,地下水位的波动以及地层的不稳定性会对防水系统提出更高要求。应用高效的防水技术后,可以有效地控制水流的渗透,减少水害对地下工程的破坏。使用经过精心选择的防水材料,如聚氨酯涂料、复合防水卷材、橡胶防水板等,能够在保证密封性和抗渗性的同时,增强防水层的抗压能力,使得地下结构能够承受地下水位波动及水流冲刷。

在富水砂卵石地层中应用的防水技术需要根据地质特性进行精确设计,确保能够应对不同水文条件下的变化。通过合理选择防水材料和工艺,可以有效减少水流对防水层的冲击,提高防水层的稳定性。采用双层防水结构设计,外层使用高强度防水卷材,内层则采用柔性涂料,这种组合可以提升整体防水系统的抗水压能力,同时确保防水层在受到压力时不会出现渗漏。防水层的施工工艺同样是确保效果的关键,细致的施工流程与严格的质量控制有助于提升防水层的整体性能。

尽管现有的防水技术可以在一定程度上应对富水砂卵石地层中的水流问题,但随着水压的持续增加和地层变动,防水技术仍然面临挑战。优化措施包括加强防水材料的耐水性和耐

久性,采用更先进的复合型防水技术,如自修复防水材料和智能防水系统^[5]。这些技术能够在防水层出现微裂缝时自行修复,延长防水层的使用寿命。与此同时,通过更精准的地下水流动态监测系统,能够及时发现水流渗透的潜在问题,从而进行针对性的修补和加固,避免防水层受到持续侵蚀。

在施工过程中,还需考虑防水层与其他建筑结构之间的结合。富水砂卵石地层的土壤活动性较强,地层沉降或微小位移可能对防水层产生影响。防水系统的设计需要具备足够的柔韧性和适应性,以应对土层变化带来的压力。这一过程的优化措施包括增加防水层的厚度,采用可伸缩的防水材料,并在施工时确保防水层的完全封闭与接缝处的密封处理,减少渗水风险。进一步的优化可以通过采用创新的施工技术,如地质注浆法,增强地下结构的整体防水性。通过对富水砂卵石地层进行有效的注浆处理,能够填补孔隙和裂隙,阻断水流渗透路径,进而提高地下防水效果。

6 结语

防水技术在富水砂卵石地层地下工程中的应用,极大地提升了工程的安全性与长期稳定性。随着防水材料和施工技术的不断进步,能够有效应对该地层的渗透性和不稳定性。未来,随着新型防水技术的出现和不断优化,地下工程防水系统的可靠性将得到进一步提升,从而保障地下结构的长久使用。然而,面对复杂的水文地质条件,仍需持续创新和完善防水方案,以应对日益严峻的挑战。

参考文献:

- [1] 辛永波,陶星,罗涛,等.富水砂卵石地层地铁全车站暗挖工法选型研究[J].重庆建筑,2025,24(11):74-82.
- [2] 李玉曲.砂卵石地层盾构机洞内更换盾尾刷技术[J].建筑科技,2025,9(03):83-85.
- [3] 李磊雷.探析地下工程的防水施工技术与安全措施[J].产业创新研究,2025,(14):111-113.
- [4] 王飞.房建施工中地下防水施工技术重难点研究[J].江苏建材,2023,(03):94-95.
- [5] 王国臣.浅谈建筑工程地下室防水施工质量控制[J].科技风,2023,(01):164-166.